

Eine realistische Bewertung der Gesundheitsfolgen des Tschernobyl-Unfalls

Von **Boggniew Jaworowski**



Der Unglücksreaktor von Tschernobyl. Nach der Katastrophe von 1986 ist jetzt Zeit für eine Bilanz. (Foto: P. Pellerin)

Die irrationale Furcht vor Strahlung, verstärkt durch die Horrormeldungen in den Medien und unkluge politische Entscheidungen der Behörden, hat die Hauptprobleme nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl hervorgerufen. Es ist zu einer erschreckend hohen Zahl psychosomatischer Erkrankungen in den betroffenen Regionen gekommen. Ein führender Strahlenfachmann analysiert die Lage und zeigt die falsche Denkweise der zuständigen Strahlenschutzbehörden auf.

Die elf Jahre, die seit der Katastrophe von Tschernobyl vergangen sind, reichen vollkommen aus, um die gesundheitlichen Früh- und Spätschäden des Nuklearunfalls realistisch

bewerten zu können. Zu den Frühschäden zählen die durch die akute Strahlenkrankheit verursachten Todesfälle sowie thermische und mechanische Verletzungen, während zu den Strahlenspätschäden Krebs- und Erbkrankheiten zu rechnen sind. In letzterer Gruppe erscheint der Höchstwert der durch strahleninduzierte Leukämie hervorgerufenen zusätzlichen Todesfälle drei bis fünf Jahre nach Exposition und bei Geschwülsten nach neun bis elf Jahren (Darby u.a. 1987). Diese Spätfolgen, wenn es überhaupt welche gibt, müßten somit längst in Erscheinung getreten sein.

Man erwartete, daß diese Spätfolgen in drei Kategorien auftreten würden:

1. Jenen 106 Personen, die die akute Strahlenkrankheit infolge sehr hoher Strahlendosen überlebten.
2. Mehreren Millionen Bewohnern der kontaminierten Regionen in der Ukraine, Weißrußland und Rußland, die Strahlendosen entsprechend etwa der durchschnittlichen natürlichen Lebensdosis abbekamen. Und
3. den 600 000 bis 800 000 Bergungs-

kräften („Liquidatoren“), die in der 30-km-Zone um den Tschernobyl-Reaktor ähnliche Dosen erhielten (Tabelle 1).

Wie ich zeigen werde, ist die weitaus größte Gruppe Betroffener jener Bevölkerungsteil in den drei postsowjetischen Ländern (Ukraine, Weißrußland, Rußland), dem reale, psychosomatische Gesundheitsschäden nicht durch Strahlung, sondern durch die Politik und das Verhalten der Aufsichtsbehörden sowie der Massenmedien zugefügt wurden.

Mehrere große internationale Projekte und viele Hunderte von Studien haben sich mit den Folgen des Tschernobyl-Unfalls befaßt. Ihre Ergebnisse wurden auf verschiedenen internationalen Symposien (das bisher größte war „Ein Jahrzehnt nach Tschernobyl: Zusammenfassung der Unfallfolgen“, Wien 1996) und in der wissenschaftlichen Literatur in den letzten Jahren vorgestellt. Die verfügbaren Informationen gestatten es inzwischen, das wahre Ausmaß des Unfalls einzuschätzen. In den Massenmedien werden leider oft jene Publikationen

heruntergespielt oder ignoriert, die die Folgen der Katastrophe in rationalem Licht darstellen. Allein die Horrorgeschichten werden regelmäßig wieder aufgetischt.

Für die Kernkraftgegner war das Tschernobyl-Desaster ein Geschenk des Himmels, um in der Bevölkerung die irrationale Angst vor ionisierender Strahlung zu schüren. Der Brand im Tschernobyl-Reaktor war noch nicht gelöscht, da waren die Massenblätter bereits voll von Falsch- und Panikmeldungen. Einige Beispiele:

Die halbe Frontseite der Londoner *Daily Mail* vom 29. April 1986 war mit den zwei Worten „2000 TOTE“ aufgemacht. Es wurde berichtet, 80 Personen seien auf der Stelle tot gewesen, 2000 weitere seien auf dem Weg ins Krankenhaus gestorben. Ihre Leichen „werden

13. Oktober 1995, daß „800 000 Kinder von Tschernobyl wie bei einem Atombombenangriff heimgesucht worden sind.“ Und die *BBC* zitierte am 23. Dezember 1995 eine Erklärung der ukrainischen Nachrichtenagentur UNIAR, wonach „3,3 Millionen Menschen, darunter 1 Million Kinder, Opfer des Unfalls geworden sind... Mehr als 125 000 sind bereits gestorben.“ In der britischen Fernsehdokumentation „Igor — Kind aus Tschernobyl“ hieß es: „1 Million Kinder wurden schwer mißgebildet.“ Das polnische Blatt *Dziennik Polski* schrieb am 8. Februar 1996, daß es „100 Tschernobyl-Tote pro Tag“ sowie eine „ständig steigende Zahl von Leukämiefällen“ gebe. Und 1996 verkündete Greenpeace, daß 30 000 Menschen nach Tschernobyl bereits an Krebs gestorben seien (Sweet 1996).

geringes Gesundheitsrisiko (Walinder 1995).

Walinders Feststellung trifft ganz besonders auf die Zeit nach dem Tschernobyl-Unfall zu: Die Anwendung der ICRP-Vorschriften und -Empfehlungen durch die sowjetischen und postsowjetischen Behörden haben Leid, Krankheit und Verarmung der Menschen in großen Teilen der Ukraine, Weißrußlands und Rußlands dramatisch vergrößert.

Die bestürzend vielen Tschernobyl-Toten, wie sie so oft in den Medien angeführt werden, ergeben sich *nicht* aus epidemiologischen Beobachtungen. Manchmal sind die Angaben schlichtweg gelogen, wie in dem UNIAR-Bericht oder der oben erwähnten britischen TV-Dokumentation. Häufiger sind es reine, auf der Linearhypothese basierende *Schätzungen* als einfache Extrapolation der nach den Atombombenabwürfen von Hiroshima und Nagasaki beobachteten Effekte. Aber in diesen japanischen Städten lagen die Strahlendosen um Größenordnungen höher und wurden in einer um den Faktor 10^{15} kürzeren Zeit absorbiert, als dies bei dem radioaktiven Fallout von Tschernobyl der Fall war.

Es gibt keinerlei epidemiologische Daten, aus denen hervorginge, daß auf Tschernobyl eine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung zuträfe. Über lange Zeit einwirkende Strahlendosen wie jene aus Tschernobyl sind weitaus weniger wirksam als einzelne kurzfristige. Darüber hinaus liegen die Strahlendosen des Tschernobyl-Fallouts *unter der Schwelle von 200 mSv*, bis zu der auch in Hiroshima und Nagasaki *kein* Krebs entdeckt wurde. Wie Prof. Walinder erklärte: „Die hypothetische Natur dieser Berechnungsmethode (unter Annahme einer linearen Dosisbeziehung ohne Schwellenwert) ist völlig unwissenschaftlich, und ich halte es für mehr oder weniger kriminell, Zahlen dieser Art anzugeben, vor allem wenn man bedenkt, welchen Schaden und welche Ängste sie anrichten können...“

Frühfolgen

Zur Zeit des Unfalls befanden sich etwa 470 Menschen auf dem Gelände des Kernkraftwerks Tschernobyl: etwa 200 Personen Bedienungspersonal, etwa 250 Bauarbeiter und etwa 20 Feuerwehr- und Wachleute. Bei 134 (etwa einem Drittel) von diesen stellte man eine akute Strahlenkrankheit oder ASK fest (Ilyin 1995). Diese ASK-Patienten erhielten hohe Strahlendosen, und 28 von ihnen starben

Tabelle 1
Akute Strahlungswirkungen bei Bergungskräften

Dosisbereich (in mGy)	Zahl von Patienten mit akuter Strahlenkrankheit	Zahl von Todesfällen
800 - 2.100	41	0
2.200 - 4.100	50	1
4.200 - 6.400	22	7
6.500 - 16.000	21	20
Gesamt	134	28

Quelle: Nach Ilyin 1995

nicht auf den Friedhöfen beigesetzt, sondern nach Pirigowo in das Lager für radioaktive Abfälle gebracht.“

Am nächsten Tag prangte es riesig auf der Titelseite der *New York Post*: „MASENGRAB!“ 15 000 Leichen seien in Gruben für Nuklearabfälle verscharrt worden. Der *National Inquirer* berichtete: „Aus Tschernobyl kommen Berichte über ein radioaktives, 1,80 Meter großes Monsterhuhn, ein greuliches Opfer des schlimmsten Nukleardesasters der Welt... Das Huhn ist größer als die meisten Menschen und muß fast 120 kg wiegen.“

Einen Monat nach der Katastrophe schätzte Thomas Cochran vom Natural Resources Defense Council (Rat zum Schutz der natürlichen Ressourcen in den USA, d.Red.), daß es im Zuge von Tschernobyl 110 000 Krebsfälle in der Sowjetunion, Osteuropa und Skandinavien geben würde (Sweet 1996).

Die Presseberichterstattung hat sich in den letzten Jahren nicht wesentlich verbessert. So berichtete *Reuters* noch am

Falscher Ansatz

Der wahrscheinlich bedeutendste Umstand, der den Tschernobyl-Mythos entstehen ließ, ist die Annahme, daß jede Strahlendosis, selbst eine kaum meßbare, schädliche Wirkungen auf den Organismus habe. Diese These, auf die die Internationale Kommission für Strahlenschutz (ICRP) ihre Vorschriften gründet (ICRP 1959), nennt sich auch „Linearhypothese“. Sie geht davon aus, daß es keinen Schwellenwert gibt, unterhalb dessen die bei hohen Dosen auftretenden schädlichen Strahlungswirkungen aufhören.¹

Diese These widerspricht jedoch experimentellen und epidemiologischen Beobachtungen, die zeigen, daß geringe Dosen ionisierender Strahlung für Lebewesen sogar nützlich sind. Wie der bekannte schwedische Radiobiologe Prof. Gunnar Walinder dokumentiert hat, sind der derzeit praktizierte Strahlenschutz und die auf der Linearhypothese basierenden ICRP-Vorschriften ein nicht

in den ersten vier Monaten nach dem Unfall (Tabelle 1).

Die Todesursache von 26 dieser Patienten waren strahlenbedingte Hautverletzungen von mehr als 50% der gesamten Körperoberfläche. Zwei weitere Patienten starben in den ersten Tagen wegen schwerer Verbrennungen und anderer Unfallfolgen. Ein weiterer Todesfall soll die Folge einer Koronarthrombose gewesen sein. Somit beläuft sich die Zahl der Todesfälle aufgrund von Frühwirkungen des Tschernobyl-Unfalls auf 31.

Späte Strahlenfolgen

Akute Strahlenkrankheit: Innerhalb der letzten 10 Jahre sind 14 der 106 ASK-Patienten, die die akute Phase überlebt hatten, gestorben. Diese Spätto-desfälle (Folgen von Autounfällen, Lungengangrän, koronarer Herzkrankheit, Tuberkulose, Sarkom usw.) lassen sich nicht direkt auf die Strahlenexposition zurückführen (Wagemaker u.a. 1996). Die überlebenden ASK-Patienten müssen jedoch in den kommenden zwei oder drei Jahrzehnten weiter beobachtet werden, um zwischen strahlenbedingten Krankheiten und bevölkerungseigenen Verwechslungsfaktoren zu unterscheiden.

Bewohner kontaminierter Regionen in der ehemaligen Sowjetunion und anderswo: Die Spätfolgen bei Bewohnern kontaminierter Regionen lassen sich aus epidemiologischen Beobachtungen und auf Grundlage der Strahlendosen abschätzen, die von den niedergegangenen Radionukliden ausgegangen sind.

Die größten Kontaminationen erfolgten — häufig in Form von Inseln — in mehreren Gegenden von Weißrußland, der Ukraine und Rußland bis zu Hunderten Kilometern von Tschernobyl entfernt. Kontaminationen mit Cäsium-137 von mehr als 185 kBq/m² betrafen 1530 km² in Weißrußland, 8130 km² in Rußland und 4630 km² in der Ukraine (anonym 1996a). Etwa 1,06 Millionen Menschen lebten in diesen Regionen. Selbst in Gegenden mit Kontaminationen von mehr als 555 kBq/m² erhielt nur eine kleine Zahl von Personen (etwa 670) in den Jahren 1986-1989 Gesamtkörper-Strahlendosen von mehr als 200 mSv (Tabelle 2).

Es sei angemerkt, daß bei epidemiologischen Studien in Hiroshima und Nagasaki keine erhöhte Krebshäufigkeit

Tabelle 2
Verteilung der Ganzkörperdosen 1986-1989 unter den Bewohnern von Regionen mit einer Belastung von >555 kBq/m² Cs-137

Dosis (mSv)	Anzahl Personen
5-20	88.000
20-50	132.000
50-100	44.000
100-200	1.500
200-250	420
>250	250
Gesamt	266.170

Quelle: Nach Borkhodorov et al. 1994

unterhalb einer Dosis von 200 mSv festgestellt wurde (UNSCEAR 1994). In der ehemaligen Sowjetunion wurden indes Massenumsiedlungen aus Gebieten angeordnet, wo die Strahlenkontamination von Cäsium-137 noch darunter — bei 37 kBq/m² — lag (anonym 1996b).

Es gab auch einzelne Inseln hoher Kontamination in Gebieten, die weit von der ehemaligen Sowjetunion entfernt lagen. Beispielsweise erreichte in der Gegend von Oppland in Norwegen die Kontamination mit Radiocäsium einen Wert von 104 kBq/m² (Backe u.a. 1986), und in Gävle (Schweden) sogar 200 kBq/m² (Snihs 1996). Solche Inseln mit Radiocäsium-Kontaminationen von bis zu 120 kBq/m² fanden sich auch in Griechenland, Rumänien, Schweiz, Österreich und Süddeutschland.

Die durchschnittliche Ablagerungsdichte von Cäsium-137 in Europa außerhalb der ehemaligen Sowjetunion reichte von 20 Bq/m² in Portugal bis 23 000

Bq/m² in Österreich. Diese Ablagerungsdichten von Cäsium 137 wurden gewöhnlich in Erdschichten von 10 cm Tiefe gemessen, und sie lassen sich dann mit dem durchschnittlichen Gehalt natürlicher Radionuklide (Kalium-40, 14 Mitglieder der Uran-238-Familie und 10 Mitglieder der Thorium-232-Familie) im gleichen Volumen Erde oder Gestein vergleichen (Tabelle 3).

Selbst in den hochkontaminierten Gebieten der ehemaligen Sowjetunion ist der Gehalt von Cäsium-137 niedriger als der Gehalt natürlicher Radionuklide. In Europa außerhalb der ehemaligen Sowjetunion ist die Menge von Cäsium-137 um zwei bis drei Größenordnungen niedriger als der Gehalt

von natürlichen Radionukliden und ist in den meisten Regionen niedriger oder etwa gleich dem durchschnittlichen Fallout von Kernwaffenversuchen von 5000 Bq/m².

Die zwischen 1986 und 1995 in den meisten kontaminierten Regionen der ehemaligen Sowjetunion aufgenommenen durchschnittlichen Gesamtkörperdosen lagen um das Dreifache unter der durchschnittlichen Lebensdosis, den die Erdbevölkerung von natürlichen Strahlenquellen erhält (Tabelle 2). In Regionen mit hoher natürlicher Hintergrundstrahlung — wo beispielsweise in Indien Menschen seit 30 Generationen leben — liegt dagegen die typische durchschnittliche Ganzkörperdosis um mehr als das 20fache höher als die Dosen in den kontaminierten Teilen der Ukraine, Weißrußlands und Rußlands, aus denen die Bevölkerung evakuiert wurde.

In Gegenden mit solch hoher natürli-

Tabelle 3
Mittlerer Gehalt von Cs-137 aus dem Fallout von Tschernobyl und Atomversuchen sowie von natürlichen Radionukliden in 10 cm dicker Erdschicht (in Bq/m²)

Cs-137 von Tschernobyl: Europa außerhalb der ehemaligen Sowjetunion	20-23.000	UNSCEAR 1988
Cs-137 von Tschernobyl: Kontaminierte Regionen der ehemaligen Sowjetunion	40.000-5.000.000	OECD 1996
Cs-137 von Atomversuchen: Mitteleuropa	5.000	UNSCEAR 1993
Notürliche Radionuklide: K-40, Elemente der U-238- und Th-232-Reihen	177.000-6.500.000	UNSCEAR 1982

cher Strahlung sind keine gesundheits-schädlichen Wirkungen gefunden worden. Im Gegenteil, einige Bewohner dieser Gebiete leben überdurchschnittlich lange und haben weniger Krebs (siehe beispielsweise Jaworowski 1997).

Der UN-Wissenschaftsausschuß über die Wirkung atomarer Strahlung (UNSCEAR) hat die Gesamtkörperdosen aus dem Tschernobyl-Fallout für die Bewohner der nördlichen Hemisphäre berechnet. Daraus geht hervor, daß die durchschnittlichen Lebensdosen (70 Jahre) zwischen 0,004 mSv in Kanada und 2,3 mSv in Bulgarien schwanken. In Mitteleuropa erreicht die Lebensdosis etwa 1 mSv, d.h. etwa 0,6% der durchschnittlichen natürlichen Lebensdosis von etwa 180 mSv.

Etwa 74% der Gesamtkörperdosis aus dem Tschernobyl-Fallout stammen von Cäsium-137, 20% von Cäsium-134, 1% von Jod-131 und 5% von anderen Radionukliden (UNSCEAR 1988).

Zum Vergleich: Die durchschnittliche Strahlendosis von dem natürlichen radioaktiven Gas Radon-222 ist in Innenräumen etwa 25mal höher als im Freien (UNSCEAR 1988). Im direkt an Rußland angrenzenden Polen beträgt die durchschnittliche jährliche Gesamtkörperstrahlendosis durch Einatmung von Radon in Innenräumen 1,4 mSv. Jeder Pole, der 70 Jahre seines Lebens etwa 15 Minuten länger täglich zu Hause bleibt, nimmt eine zusätzliche natürliche Strahlendosis von Radon auf, die dem des Tschernobyl-Fallouts entspricht (d.h. 1 mSv in 70 Jahren). Um somit den möglichen karzinogenen Effekt der Gesamtkörperbestrahlung durch den Tschernobyl-Fallout in Polen aufzuheben, genügt es, sich täglich 15 Minuten länger als üblich im Freien aufzuhalten.

Keine Krebssteigerung festgestellt

Die von Tschernobyl ausgehenden Ganzkörperdosen sind außerhalb der ehemaligen Sowjetunion so gering, daß keine höhere Krebshäufigkeit oder Zunahme von Erbkrankheiten erwartet werden sollten. Tatsächlich wurde auch keine derartige Erhöhung im Zusammenhang mit der Tschernobyl-Strahlung festgestellt.

Epidemiologische Studien in 19 europäischen Ländern haben außerdem keine Zunahme der Häufigkeit des Down-Syndroms nach Mai 1986 ergeben (De Wals u.a. 1988). In drei Studien aus Berlin, Schottland und Schweden wurde zwar von einer statistisch signifikanten Zu-

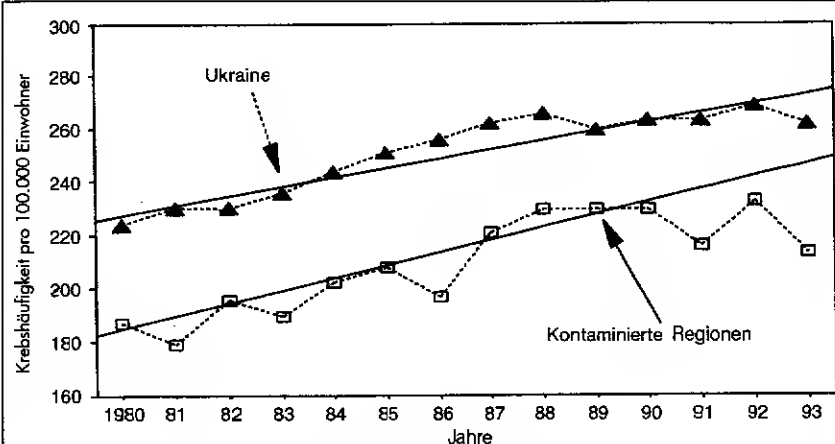


Abbildung 1
Häufigkeit aller malignen Neubildungen in den kontaminierten Regionen der Ukraine sowie in der gesamten Ukraine.

Quelle: Prisyazhniuk u.a., 1995

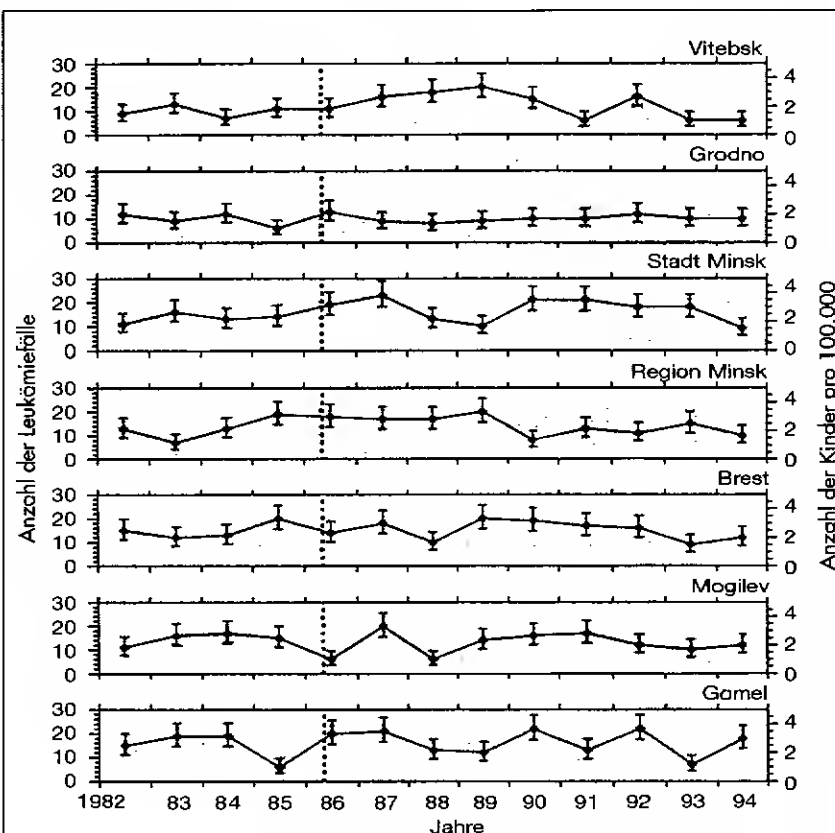


Abbildung 2
Anzahl neuer Leukämiefälle bei Kindern in den kontaminierten Regionen Weißrusslands. Die gestrichelte Fläche zeigt die Anzahl aller Kinder.

nahme der Down-Erkrankung berichtet, aber die von dem Tschernobyl-Unfall ausgehende Strahlung galt als unwahrscheinlicher Faktor für diese Erhöhung (Burkard u.a. 1997). Auch in den Republiken der ehemaligen Sowjetunion mit dem meisten Tschernobyl-Fallout wurde keine Veränderung angeborener Anomalien festgestellt, die mit Strahlung in Verbindung gebracht werden könnten (Little

1993). Diese Ergebnisse decken sich mit den früheren Beobachtungen in Hiroshima und Nagasaki, wo unter den Nachkommen der Überlebenden der Atombombenangriffe keine erhöhten genetischen Folgewirkungen festgestellt worden waren (UNSCEAR 1994).

Keine höhere Häufigkeit von Tumoren oder Leukämie, die der Tschernobyl-Strahlung angelastet werden könnten,

wurde in Ländern außerhalb der ehemaligen Sowjetunion festgestellt (Cardis u.a. 1996, Parkin u.a. 1996). Eine Zunahme von Kinderleukämie wurde aus Griechenland berichtet (Petridou u.a. 1996), und zwar bei Kindern, die im Mutterleib etwa 0,33 mSv Tschernobyl-Strahlung ausgesetzt waren, und aus Deutschland mit einer entsprechenden Exposition von etwa 0,49 mSv (Michaelis u.a. 1997). Petridou u.a. (1996) interpretierten ihre Ergebnisse dahingehend, daß die Tschernobyl-Strahlung eine zwei- bis dreifache Zunahme der Kinderleukämie in Griechenland zur Folge gehabt hätte. Nach einer Analyse der genannten griechischen und deutschen Ergebnisse kamen jedoch Michaelis u.a. (1997) zu dem Schluß, daß die beobachtete Leukämieerhöhung in beiden Ländern *nicht* auf uterine Exposition mit ionisierender Strahlung vom Tschernobyl-Unfall zurückzuführen sei.

In den hochkontaminierten Regionen der ehemaligen Sowjetunion wurde abgesehen von Schilddrüsenkarzinomen (siehe unten) keine Zunahme von Tumoren oder Leukämie gefunden. Das ist das Ergebnis einer Studie, die vier Jahre nach dem Unfall von einer Gruppe von 200 internationalen Experten (ICP 1991) durchgeführt wurde, sowie späterer Studien (Cardis u.a. 1996).

Die Häufigkeit aller Tumore in den kontaminierten Regionen der Ukraine ist wie auch in den meisten anderen Ländern hauptsächlich wegen des immer höheren Alters der Bevölkerung (Zatonski 1993) systematisch angestiegen (*Abbildung 1*). In den kontaminierten Regionen der Ukraine liegt diese Häufigkeit indes niedriger als im Landesdurchschnitt. In den kontaminierten Regionen Weißrußlands änderte sich die Häufigkeit von Leukämie zwischen 1982 und 1994 nicht (*Abbildung 2*) — ein Maximum hätte etwa 1991 eintreten müssen.

Die Mehrheit der in den kontaminierten Gegenden lebenden Menschen erhielten Strahlendosen zwischen 5 und 100 mSv. Epidemiologische Studien an Überlebenden der Atombombenangriffe auf Hiroshima und Nagasaki zeigen, daß bei solchen Dosen keine Zunahme, sondern eine *Abnahme* der Leukämiehäufigkeit zu erwarten sei. Das gleiche wurde für Leukämie und Tumoren in mehreren epidemiologischen Studien bei Beschäftigten der kanadischen, amerikanischen und britischen Nuklearindustrie, bei Patienten nach Röntgendiagnostik und bei Menschen in mehreren Dörfern des Ostural festgestellt, die nach einer Ex-

Tabelle 4 Mittlere Gesamtkörperdosen nach dem Tschernobyl-Unglück und von natürlichen Quellen		
Bevölkerung	Dosis (mSv)	Expositionsdauer
Tschernobyl		
Bewohner der am meisten kontaminierten Regionen	50 - 60	1986 - 1995 ^a
Bewohner anderer kontaminierter Regionen der ehemaligen Sowjetunion	6 - 20	1986 - 1995 ^a
Liquidatoren	170 130 30 15	in 1986 ^b in 1987 in 1988 in 1989
135.000 aus der 30-km-Zone um Tschernobyl evakuierte Personen	15	in 1986 ^c
In: Europa Asien Nordamerika	0,15 - 1,2 0,006 - 0,12 ~ 0,003	Lebenszeit (70 Jahre) ^d
In Polen	0,3 0,9	in 1986 ^e Lebenszeit (70 Jahre)
Natürlich		
Weltweit	168	Lebenszeit (70 Jahre) ^f
In Regionen mit hoher natürlicher Strahlung, typische Dosis	1.200	Lebenszeit (70 Jahre) ^f
Quellen: [a] Cardis et al. 1996; [b] Sevankaev et al. 1995a; [c] Sevankaev et al. 1995b; [d] OECD 1996; [e] Jagielak et al. 1996; [f] UNSCEAR 1988		

plosion in einer sowjetischen Militäranlage verstrahlt worden waren (siehe einen Überblick in Jaworowski 1997).

Die „Liquidatoren“

Es gibt weitaus umfangreichere Nachuntersuchungen der Bergungskräfte in Weißrußland, der Ukraine und Rußland als von der allgemeinen Bevölkerung der drei Länder. Es ist denkbar, daß die Intensität dieser Überprüfungen starken Einfluß auf die beobachtete Häufigkeit der Erkrankungen gehabt hat. Unter den „Liquidatoren“ ist die allgemeine Krankheitshäufigkeit (980 pro 1000 Männern im arbeitsfähigen Alter pro Jahr) um etwa 25% niedriger als in der allgemeinen Bevölkerung Rußlands (1300 pro 1000), und keine Zunahme der Leukämiehäufigkeit wurde beobachtet (Tukov und Dzakoewa 1993).

Nach Darstellung Logachevs u.a. (1993) hat die Zahl aller bösartigen Tumoren bei „Liquidatoren“ der Ukraine in den ersten sieben Jahren nach dem Unfall nicht zugenommen. Bei den „Liquidatoren“ aus Weißrußland war die Krebshäufigkeit niedriger als in der allgemeinen Bevölkerung, und zwar um 22% bei Männern und 9% bei Frauen

(Okeanov u.a. 1996). Gut organisierte Studien basierend auf Vergleichen mit geeigneten Kontrollgruppen haben eine identische Morbidität und Mortalität von „Liquidatoren“ und anderen Bevölkerungsgruppen gezeigt (Logachev u.a. 1993, Nilova u.a. 1995, Okladnikova u.a. 1992).

Schilddrüsenkrebs bei Kindern

Eine Abschätzung der Wirkungen des Radiojods, das aus dem Tschernobyl-Reaktor freigesetzt wurde und sich in den Schilddrüsen der Menschen in den kontaminierten Regionen konzentriert hat, ist schwieriger als eine Berechnung der Effekte der Ganzkörperbestrahlung. Ein Grund hierfür liegt in der großen Unsicherheit, wie groß die Schilddrüsenbestrahlung in den Regionen wirklich war. Außerdem haben epidemiologische Studien an Patienten, die aus therapeutischen und diagnostischen Gründen Radiojod (Jod-131) erhielten, eine geringere Häufigkeit von Schilddrüsenkarzinomen gezeigt, obwohl die Dosen dabei höher waren als jene, die die Bewohner der kontaminierten Regionen erhielten.

In Weißrußland wurden zwar mehrere hundert Radiojodmessungen von Schild-

Tabelle 5
Mittlere Schilddrüsen-Dosen mit J-131 und
Schilddrüsentumore bei Kindern

Region	Schilddrüsen- strahlendosis (mSv)	Schilddrüsentumore	
		Pro 100.000 in 1993 und 1991-1994	Gesamtzahl in 1986-1995 [Zunahme seit 1986]
Weißrußland (ganz)	51 ^a	3, 4 ^b	424 [45] ^{b, c}
Gomel	200 ^a , 290 ^c , 1.000 ⁿ	9, 4 ^b	
Magilev	70 ^a , 90 ^c	2, 4 ^b	
Brest	20 ^a , 30 ^c	6, 7 ^b	
Minsk	16 ^a , 20 ^c	1, 1 ^b	
Grodno	10 ^a , 15 ^c	1, 5 ^b	
Rußland (ganz)	2 ^e		
Kontaminierte Regionen	30-63 ^{d, f}	6 ^p	17 [4 in 7 kontaminierten Regionen] ^{b, c}
Ukraine (ganz)	13 ^g	0,39 ⁱⁱ	211 [4] ^{b, i}
8 kontaminierte Regionen um Tschernobyl	380 ^j	1,1 ⁱⁱ	
Eine Siedlung Kiew	3.300 ^k 18-104 [mittel 37] ^o		
Gesamtzahl an Tumoren 652			
Polen* (ganz)	-	0, 1 ^l	24 [2] ^l
West	2-30 ^m		
Ost	10-90 ^m		
Region Opolskie	9-68 ^m		
5 Prozent Kinder	200 ^m		

Anmerkung: * Dosisbereich

Quellen: (a) Gavrilin et al. 1996; (b) Dernidchik et al. 1994; (c) Cardis et al. 1996; (d) Zvonova und Balanov 1993; (e) Balanov 1996; (f) Stepanenko et al. 1996; (g) Likhtarev et al. 1995; (h) Tronko et al. 1994; (i) Williams und Tronko 1996; (j) Likhtarev et al. 1993; (k) Williams et al. 1996; (l) Centrum Onkologii 1979-1993; (m) Krajewski 1991; (n) Barkhudarov et al. 1994; (o) Likhtarev et al. 1994a; (p) Remennik et al. 1996.

drüsen vorgenommen (in der Ukraine sogar 150 000 und in Rußland 60 000), doch diese Messungen waren aufgrund ungenügender Geräteausstattung und Meßbedingungen von schlechter Qualität (OECD 1996). In Polen fanden nur 1400 direkte Schilddrüsenmessungen von Jod-131 statt (Krajewski 1991). Deswegen werden Schilddrüsendosen gewöhnlich aus Messungen anderer Radionuklide, vor allem Cäsium-137, in der Umwelt, Lebensmitteln und im menschlichen Körper rekonstruiert. Solche Umrechnungen sind natürlich mit großen Unsicherheiten behaftet.

Bekanntermaßen treten Schilddrüsenkarzinome sechs bis neun Jahre nach äußerer Bestrahlung mit Röntgen- oder Gammastrahlen auf. In keiner Studie an Kindern wurde selbst nach hochdosierter Bestrahlungstherapie eine Häufung von

Schilddrüsenkrebs innerhalb von fünf Jahren nach Exposition festgestellt (Tucker u.a. 1991, Ron u.a. 1995). In der früheren Sowjetunion wurde jedoch eine steigende Häufigkeit von Schilddrüsenkarzinomen bereits vier Jahre bzw. sogar ein Jahr nach dem Unfall festgestellt (Prisyazhniuk u.a. 1996, Kazakov u.a. 1992, Remennik u.a. 1996).

In Studien von mehr als 34 000 schwedischen Patienten, die große Dosen Jod-131 erhielten und deren Bestrahlungsdosis bis zu 40 000 mSv (mit einer mittleren Dosis von 1100 mSv) erreichte, gab es keine statistisch signifikante Zunahme von Schilddrüsenkarzinomen bei Erwachsenen oder Kindern (Holm u.a. 1988, Hall u.a. 1996). Tatsächlich wurde sogar ein gegenteiliger Effekt beobachtet: Es kam zu einer 38%igen Abnahme der Schilddrüsenkrebshäufigkeit im Ver-

gleich zu der nichtbestrahlten erwachsenen Bevölkerung.

Andere Studien an Kindern, die noch höhere therapeutische Dosen Jod-131 erhalten hatten, kamen zu ähnliche Ergebnissen (Holm u.a. 1991, Tucker u.a. 1991, Ron u.a. 1995). Die maximalen Schilddrüsendosen bei Kindern in der ehemaligen Sowjetunion waren nicht höher als bei den schwedischen Patienten. In Weißrußland erreichten diese Dosen nur bei etwa 300 Kindern mehr als 10 000 mSv (Ilyin u.a. 1990, Zvonova und Balanov 1993, Buldakov 1993). Die mittleren Schilddrüsendosen in verschiedenen kontaminierten Gegenden der ehemaligen Sowjetunion lagen zwischen 10 und 3300 mSv (siehe Tabelle 5).

Wenn diese Angaben der Schilddrüsendosen stimmen, dann sollte man nach den schwedischen Studien keine Zunahme von Schilddrüsenkarzinomen in Weißrußland, der Ukraine und Rußland erwarten. Warum hat dann die Zahl festgestellter Schilddrüsenkarzinome bei Kindern in den letzten 10 Jahren in Weißrußland um das 45fache und in der Ukraine und in Rußland um das Vierfache zugenommen (Tabelle 5)?

Die Gesamtzahl der bei Kindern bis 1995 in den kontaminierten Regionen festgestellten Schilddrüsenkarzinomen liegt bei etwa 650, und bisher sind drei Kinder gestorben (OECD 1996). Derartige Schilddrüsenkarzinome sind in über 90% der Fälle heilbar (Reiners u.a. 1996)

Der Screening-Faktor

Auch bei den erwachsenen Bergungskräften („Liquidatoren“) aus Rußland, Weißrußland und der Ukraine wurde eine erhöhte Häufigkeit von Schilddrüsenkarzinomen festgestellt (Cardis u.a. 1996). Aber es ist noch immer nicht klar, ob dieser beobachtete Anstieg auf das radioaktive Jod-131 aus dem Tschernobyl-Reaktor oder einen anderen Faktor zurückzuführen ist. Die wichtigsten unter diesen anderen Faktoren sind wahrscheinlich die intensiven Suchuntersuchungen und das gestiegene Bewußtsein von Eltern, Lehrern und Ärzten (Ron u.a. 1992, Beral und Reeves 1992, Shigematsu und Thiesen 1992, Hall u.a. 1996, Remennik u.a. 1996).

Darauf, daß die Tschernobyl-Strahlung eine Ursache der Schilddrüsenkarzinome bei Kindern ist, deutet die Altersverteilung von Kindern mit diesen Karzinomen in Weißrußland und der Ukraine hin: Die höchste Häufigkeit dieser Karzinome kommt in einer Gruppe von Kin-

dem vor, die zur Zeit der Katastrophe 1 bis 2 Jahre alt waren — also zu einem Zeitpunkt, wo die Schilddrüse am strahlungsempfindlichsten ist (Reiners u.a. 1996). Jedoch könnte diese Gruppe auch zu denen gehören, deren Eltern sich der Notwendigkeit von Vorsorgeuntersuchungen am meisten bewußt waren.

Die Häufigkeit von Schilddrüsenkarzinomen stand nicht in direkter Beziehung zu den Schilddrüsenstrahlendosen in den einzelnen Regionen (Tabelle 5). Zum Beispiel hat unter fünf Regionen in Weißrußland der Kreis Brest die zweithöchste Häufigkeit von Schilddrüsenkarzinomen, aber die Schilddrüsenstrahlungsdosen waren dort niedriger als im Landesdurchschnitt. Die Dosen in Brest waren ähnlich wie jene in der Region Minsk, wo die niedrigste Krebs Häufigkeit festgestellt wurde. Im Kreis Mogilev waren die Schilddrüsendosen dreimal höher als in Brest, doch die Schilddrüsenkrebs Häufigkeit war in Mogilev dreimal geringer als in Brest.

In einem an den Kreis Brest angrenzenden Teil Polens (die Provinzen Bialystok und Biala Podlaska), wo die Schilddrüsendosen bei Kindern ähnlich wie jene in Brest waren (in der Provinz Bialystok betrug die mittlere Schilddrüsendosis 20 mSv), kam es zu keiner höheren Krebs Häufigkeit (Abbildung 3). Auch im übrigen Polen wurde kein Anstieg festgestellt, obgleich 5% der polnischen Kinder Schilddrüsendosen von 200 mSv abbekommen haben, was etwa dem der hochkontaminierten weißrussischen Region Gomes entsprach (Tabelle 6).

1993 wurde die höchste Zahl von Schilddrüsenkarzinomen in Regionen beobachtet, wo die Schilddrüsenstrahlungsdosen am niedrigsten waren (Posen und Danzig). Die wenigsten Schilddrüsenkarzinome fanden sich in der Provinz Opole in Südwestpolen und der Provinz Bielsk Podlaski, die die höchsten Schilddrüsendosen hatten (Abbildung 3).

In Anbetracht der oben erwähnten schwedischen Studien waren die Strahlendosen in Polen zu gering, um Schilddrüsenkarzinome zu verursachen. Die geringen Schilddrüsendosen in Polen sind wohl teilweise dadurch zu erklären, daß an 10,5 Millionen Kinder und 7 Millionen Erwachsene stabiles Jod ausgegeben wurde, welches die Schilddrüse sättigt und die Aufnahme von Radiojod teilweise blockiert. Für die ausbleibende Zunahme gemeldeter Schilddrüsenkarzinome in Polen ist wahrscheinlich jedoch ein wichtigerer Faktor aus dem politischen und nicht dem radiologischen

Tabelle 6
Häufigkeit von Schilddrüsentumoren bei Kindern in Polen (0-14 Jahre), in den Regionen Gomel und Brest (Weißrußland) sowie in der Region Bransk (Rußland)

Jahre	Polen (ganzes Land)	Weißrußland, Gomel	Weißrußland, Brest	Rußland, Bransk
1981	0,05	-	-	0,1*
1982	0	-	-	-
1983	0	-	-	-
1984	0	-	-	-
1985	0,05	-	-	-
1986	0,05	0,05	0,3	-
1987	0,05	0,5	-	0,3
1988	0,15	0,5	0,3	0,3
1989	0,1	1,0	0,3	0,0
1990	0,1	3,3	1,7	0,6
1991	0,1	11,3	1,1	0,0
1992	0,1	8,8	4,5	0,6
1993	0,1	9,4	6,7	0,3
1994	-	-	-	2,5

Anmerkung

* Schätzung für die Jahre 1981-1986.

Quelle: Centrum Onkologii 1979-1993; Demidchik et al. 1994; und Remennik et al. 1996.

Bereich verantwortlich. Anders als Weißrußland, Ukraine und Rußland wurde weder Ostpolen noch ein anderer Teil Polens zu „kontaminierten Gebieten“ erklärt, und es gab keine wirtschaftlichen oder psychologischen Motivationen für erhöhte Aufmerksamkeit auf seiten der Eltern und Gesundheitsdienste und für

Änderungen in Zahl und Qualität medizinischer Untersuchungen.

Hätte eine solche Motivation vorgelegen, hätte man eine vielfache Zunahme in der Zahl von Schilddrüsenkarzinomen in Polen — und jedem anderen Land erwarten können. Mit einer solchen Zunahme könnte man auch rechnen, nachdem ein

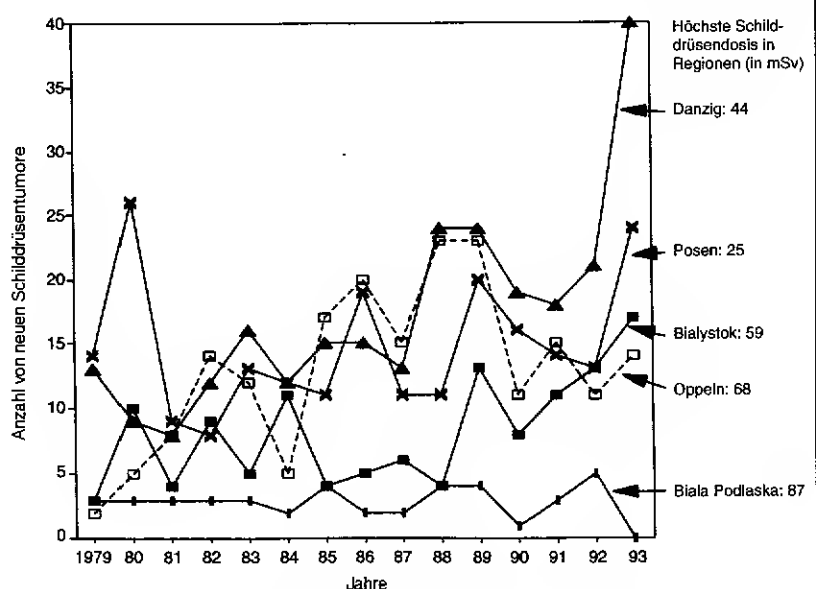


Abbildung 3
Schilddrüsentumore bei Bewohnern von fünf polnischen Regionen (Woiwodschaften) im Alter von 0-85 Jahren

Quelle: Centrum Onkologii 1979-1996

epidemiologisches Projekt ange-
laufen ist, um eine eventuelle
Zunahme von Schilddrüsenkarzi-
nomen aufzudecken. Der Grund
hierfür ist die sehr hohe Zahl ver-
steckter Schilddrüsenkarzinome
ohne klinische Manifestation, die
in der Bevölkerung vorkommen.
(Fransilla und Harach 1986,
Harach u.a. 1985).

Unentdeckte Schilddrüsenkarzinome

In der normalen Bevölkerung
schwankt die Häufigkeit diagno-
stizierter Schilddrüsenkarzino-
me zwischen weniger als 0,5 pro
100 000 Männer (in den Verei-
nigten Staaten und Mitteleuropa)
und 8 pro 100 000 bei Chinesen
und auf Hawaii lebenden Filipi-
nos. Die entsprechenden Zahlen
für Frauen sind 1,0 in Polen und 24 (Phi-
lipinos auf Hawaii) (Zatonski u.a. 1996).
Die versteckten Schilddrüsenkarzinome,
die bei Autopsien durch histologische
Untersuchungen entdeckt werden, kom-
men in der normalen Bevölkerung mit
einer tausendfach größeren Häufigkeit
vor — zwischen 5 600 pro 100 000 Per-
sonen in Kolumbien und bis 35 000 pro
100 000 in Finnland (Tabelle 7). In den
jüngeren Altersgruppen (0-15 Jahre) ist
die Häufigkeit von Karzinomen in Finn-
land geringer (2400 pro 100 000).

Tabelle 7
Häufigkeit bei Autopsien festgestellter versteckter
Schilddrüsentumore in der Bevölkerung sowie
die maximale Häufigkeit klinisch diagnostizierter
Schilddrüsentumore bei Kindern in Weißrußland

Land	Häufigkeit pro 100.000 Personen
Kolumbien	5.600
Kanada	6.000
Polen	9.000
USA	13.000
Hawaii	28.100
Japan (Sendai)	28.400
Japan (Hiroshima and Nagasaki)	28.400
Finnland	35.600
Weißrußland (Gomel)	11,3

Quellen: Harach, et al. 1985; Tabelle 5

Diese versteckten Karzinome sind
vom gleichen papillären Typ wie jene,
die in Weißrußland gefunden wurden,
und zeigen das gleiche invasive Wach-
stumsverhalten (Fransilla und Harach
1986). Somit gibt es ein enormes Poten-
tial, nach Verbesserung oder Verstärkung
der Diagnostik „überzählige“ Schilddrü-
senkarzinome zu entdecken, was zu einer
noch größeren Häufigkeit als jener in der
hochkontaminierten Region Gomel in
Weißrußland gefundenen führen kann,
wo die Häufigkeit von 11,3 Schilddrü-

senkarzinomen pro 100 000
Kindern angeblich von der
Tschernobyl-Strahlung stam-
men soll.

Daß unentdeckte Karzinome
und eine veränderte Diagnostik
die Zahl gemeldeter Schilddrü-
senkarzinome dramatisch ver-
ändern können, geht aus einer
Screening-Studie von Patienten
in den Vereinigten Staaten her-
vor, die an Kopf und Hals
bestrahlt worden waren. Wie
Abbildung 4 zeigt, war die Häu-
figkeitsrate maligner und ande-
rer Schilddrüsenknoten in der
aktivsten Screeningperiode
1974-1979 um das 21fache
höher als die Häufigkeit dieser
Krankheiten 1974. Diese Zu-
nahme liegt im Bereich dessen,
was man in Weißrußland gese-
hen hat (Ron u.a. 1992). Somit

könnte die gestiegene Zahl von Schild-
drüsenkarzinomen, die in der ehemali-
gen Sowjetunion registriert wurden, eine
Folge der Intensivierung und Verbesse-
rung der Diagnostik und kein realer
Strahlungseffekt sein.

Effekte ohne Strahlung

Fast 5 Millionen Menschen in der ehe-
maligen Sowjetunion unterlagen schwe-
rem psychologischen Streß, der zu psy-
chosomatischen Erkrankungen geführt
hat (Filyushkin 1996). Dieser reale Scha-
den übersteigt jedes hypothetische Strah-
lungsrisiko, das durch geringe Strahlung
in kontaminierten Gebieten entsteht.

Der psychologische Streß für die
Bewohner der kontaminierten Gebiete
entstand dadurch, daß man ihnen ver-
deutlichte, es sei lebensgefährlich, dort
zu leben, obgleich die Strahlungshöhe in
diesen Gebieten geringer als die natürli-
che Strahlung in vielen Ländern war, wo
Menschen seit ewigen Zeiten ohne jedes
Zeichen einer gesundheitlichen Beein-
trächtigung gelebt haben.

Die Verantwortlichen dafür, daß diese
Massenstreßeffekte entstanden, sind die
Massenmedien in der Sowjetunion und
anderswo, die unbesonnenen politischen
Entscheidungen der sowjetischen und
nachsowjetischen Regierungen und das
gültige System von Strahlungsvorschrif-
ten auf der Grundlage der schwellen-
wertlosen Hypothese, wie sie vom Inter-
nationalen Komitee über Strahlenschutz
entwickelt wurde. Auch der Ärztestand
spielte hierbei eine wichtige Rolle,
wobei mehr das Wissen über Strahlungs-

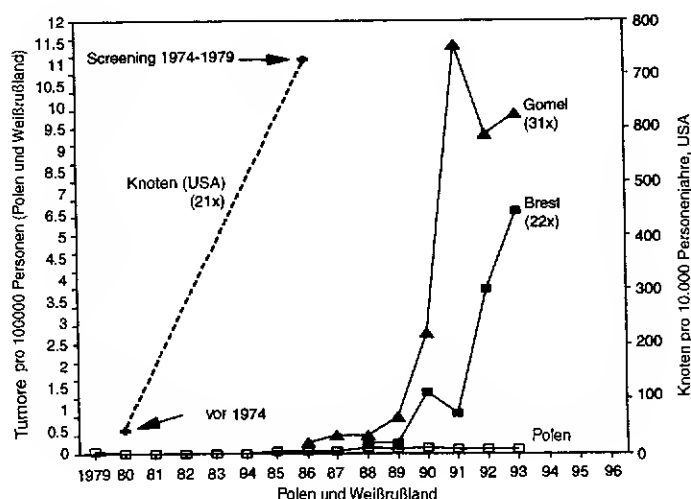


Abbildung 4
Häufigkeit von Schilddrüsentumoren bei Kindern

Verglichen wird hier die Häufigkeit von Schilddrüsentumoren bei Kindern (pro 100.000)
in Weißrußland (0-11 Jahre), in Polen (0-14 Jahre) und von Schilddrüsenknoten bei einer
Bevölkerungsgruppe der USA (darunter 68,5% Kinder von 0-15 Jahren).

Quelle: Centrum Onkologii 1979-1996; Ron u.a. 1992; Demidchik u.a. 1994.

wirkungen aus den Quellen der Massenmedien denn der Hochschulwissenschaft eine Rolle spielte.

Viele Ärzte deuteten die verschiedenen Symptome gewöhnlicher Krankheiten als Wirkungen der Tschernobyl-Strahlung. Das war in Polen und anderen europäischen Ländern außerhalb der Sowjetunion verbreitet so, wo aufgrund inkompetenter ärztlicher Beratung wahrscheinlich mehrere hunderttausend Abtreibungen „gewollter“ Schwangerschaften durchgeführt wurden, um nichtexistente Strahlenschäden am Fötus zu vermeiden (Trichopoulos u.a. 1987, Spinelli und Osborn 1991, Czeizel 1994).

In den Ländern der ehemaligen Sowjetunion erreichten die Fehldiagnosen ein solch katastrophales Maß, so daß selbst ein entzündeter Zahn oder Mundtrockenheit zu einem Tschernobyl-Effekt wurden (ICP 1991)! Darüber hinaus wurde dort eine imaginäre, nichtexistente neue Krankheit speziell für die Situation nach dem Unfall aus dem Hut gezaubert: Die angeblich von der Tschernobyl-Strahlung hervorgerufene „vegetative Dystonie“. Bis zu 1000 Kinder wurden beispielsweise allein in Kiew oft wochenlang ständig stationär wegen dieser „Krankheit“ behandelt, die es gar nicht gibt (OECD 1996).

In den letzten 10 Jahren haben die Massenmedien und Politiker der ehemaligen Sowjetunion mit allen Mitteln versucht, den Menschen in den kontaminierten Gebieten weiszumachen, die Tschernobyl-Strahlung sei gesundheits- und lebensgefährlich. Über 55% der belasteten wie unbelasteten Regionen von

Weißrußland glauben, der Tschernobyl-Unfall verursache ihren psychologischen Streß (Ageeva 1996).

Diese Meinung hat zu einer Häufigkeitszunahme psychosomatischer Leiden, die mit Strahlung nichts zu tun haben, beispielsweise Krankheiten des endokrinen Systems, Kreislauf- und Magen-Darm-Krankheiten, Depressionen und anderer psychologischer Störungen, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Konzentrationsschwierigkeiten, emotionaler Instabilitäten, Arbeitsunfähigkeit usw. geführt. (ICP 1991, WHO 1995, Ivanov und Tsyb 1996).

Opfer werden erzeugt

Das Problem verschlimmerte sich weiter durch die offizielle Erklärung, daß Millionen von Menschen als „Tschernobyl-Opfer“ eingestuft werden sollten. Gesetze wurden verabschiedet, die den Opfern finanzielle Entschädigungen zukommen lassen sollten, von den örtlichen Behörden nur „Beerdigungszuschuß“ genannt. Allein in der Ukraine fielen in diese Kategorie 3 Millionen Leute, und die Kosten beliefen sich auf ein Sechstel des gesamten Staatshaushalts (OECD 1996).

Im völlig verarmten Weißrußland summieren sich die Beihilfen bis 2015 auf insgesamt 86 Mio. US-Dollar. Jeder der Millionen Empfänger bestätigt mit seiner Unterschrift unter die monatliche Zahlung, daß er tatsächlich ein „Tschernobyl-Opfer“ ist. Denn wer würde denn solche Gelder auszahlen, wenn es nicht eine wirkliche Gesundheitsgefährdung gäbe oder ein Strahlungsrisiko vorläge,

das früher oder später eine solche Gefährdung hervorriefe?

Niemand sagt diesen „Opfern“, daß ihre geringen Strahlendosen (im Mittel 6-60 mSv in verschiedenen Regionen) oder gar die höheren Dosen der „Liquidatoren“ (170 mSv im Jahre 1986) noch unter der Schwelle von 200 mSv liegen, von der an in Hiroshima und Nagasaki eine Zunahme der Krebshäufigkeit beobachtet wurde. Genausowenig wird ihnen gesagt, daß die verstrahlten Überlebenden der Atombombenangriffe in Japan länger leben als die nichtverstrahlten Überlebenden und keinerlei Erbkrankheiten bei den Nachkommen entdeckt worden sind.

Die zweite wichtige Ursache für nicht-strahlenbedingte Gesundheitsschäden sind die (nach wie vor gültigen) Gesetze zur geplanten Umsiedlung von 850 000 Menschen in den kontaminierten Gebieten, wovon 400 000 bisher durchgeführt wurden (Ilyin 1995, anonym 1996a, Filyushkin 1996). Selbst 1992 haben noch Umsiedlungen stattgefunden. Die Folge davon war die Zerstörung von Arbeitsplätzen, von Familien- und Sozialverbänden, und die Umgesiedelten sahen sich in den neuen Wohnorten Vorurteilen und Ausgrenzungen seitens der Ortsansässigen ausgesetzt, die die neuen Mitbürger als privilegierte Eindringlinge behandelten. Anfangs wurden Umsiedlungen in den Gegenden vorgenommen, wo die Lebensdosis (d.h. die über 70 Jahre hinweg aufgenommene Dosis) über 350 mSv, etwa doppelt soviel wie die mittlere natürliche Strahlendosis, liegen könnte. Später wurde diese Grenze auf 150 mSv (was einer Jahresdosis von etwa 2,1 mSv entspricht) und noch einmal auf 70 mSv (1 mSv pro Jahr) herabgesetzt. Zum Vergleich: Die globale natürliche Strahlendosis liegt im Durchschnitt bei 2,4 mSv pro Jahr. Die Umsiedlungsentscheidung wurde 1990 vom Obersten Sowjet unter dem Druck von Pseudoexperten aus dem ökologischen, populistischen und nationalistischen Lager gefällt (Ilyin 1995, Filyushkin 1996).

Die Umsiedlung war eine drastische Maßnahme, deren erklärtes Ziel es war, die Gesundheit der Menschen zu schützen, vor allem um DNA-Schäden an Körper- und Keimzellen und damit die Entstehung von Krebs bzw. Erbschäden zu verhindern. Tatsache ist, daß die Bestrahlung des menschlichen Körpers mit 1 mSv pro Jahr in jeder Zelle zu etwa 0,2 Schädigungen der DNA pro Jahr oder 14 Schädigungen pro 70 Jahren führt. Diese strahlungsbedingten DNA-Schäden sind

Mit UWP läuft's wie geschmiert!



**Chemische Spezial-Produkte
für Industrie und Handwerk**

von den gleichen Typen wie die von anderen Faktoren verursachten spontanen Schädigungen; nur der Anteil bestimmter Typen ändert sich.

Die Zahl spontaner („natürlicher“) DNA-Schäden beispielsweise durch die thermodynamischen Vorgänge im Körper und die Wirkung freier Radikaler (wie OH, Peroxide und reaktive Sauerstoffarten) beläuft sich auf 70 Millionen in einer Zelle pro Jahr (Billen 1990). Diese Zahl gibt einen Hinweis darauf, wie leistungsfähig die DNA-Reparaturmechanismen und andere homöostatische Kontrollen sein müssen, die inmitten der Flut physikalisch-chemischer Veränderungen die Integrität des Organismus während des individuellen Lebens wie auch über Tausende von Generationen hinweg aufrechterhält.

Daran wird die Absurdität der von der ehemaligen Sowjetunion beschlossenen Massenumsiedlung deutlich. Das Ziel war, die Bevölkerung vor etwa 14 DNA-Schädigungen pro Zelle innerhalb von 70 Jahren zu schützen, während es in der gleichen Zeit infolge natürlicher Ursachen zu 4,9 Milliarden DNA-Schädigungen pro Zelle kommen würde! Die Wahrscheinlichkeit, daß diese 14 DNA-Schädigungen einen Krebs auslösen, beträgt im Vergleich zu den 4,9 Milliarden spontanen Schädigungen 1:350 Millionen — also praktisch null.

Die den Umsiedlungen zugrundeliegenden Grenzwerte entsprachen den Empfehlungen der ICRP zum Schutz der Öffentlichkeit bei Strahlenunfällen, die zwei Jahre vor dem Unfall von Tschernobyl veröffentlicht wurden (ICRP 1984). Ich habe meine Zweifel, daß die ICRP bereit wäre, die Verantwortung für die praktischen Konsequenzen ihrer locker ausgesprochenen, spekulativen Empfehlungen zu übernehmen.

Die Perspektive

Abgesehen von den erheblichen wirtschaftlichen Verlusten in der ehemaligen Sowjetunion und anderen Ländern, die größtenteils Folge einer unklugen Politik waren (Becker 1996), muß die Tschernobyl-Katastrophe im Vergleich zu anderen industriellen Unfällen des 20. Jahrhunderts gemessen an den Früh- und Spätfolgen als geringfügig angesehen werden.

Beispielsweise zerstörte die Staudammkatastrophe im italienischen Vaiont 1963 fünf Dörfer, wobei 2600 Menschen umkamen. Die Freisetzung von 30 Tonnen giftigen Methylisocyanids aus einer Pestizidfabrik im indischen Bhopal führte zum sofortigen Tod von 1762 Menschen und bis 1996 zu über 15 000 Opfern (siehe auch die Verweise in Jaworowski 1996).

Es ist erstaunlich, daß die beiden bekanntesten Unfälle, die sich dem Gedächtnis der Öffentlichkeit einprägten — Three Mile Island und Tschernobyl — jene mit den geringsten Todesopfern sind (Bei Three Mile Island gab es überhaupt keine Toten). Eine der Ursachen für diese verzerrte Sicht ist die lineare schwellenwertlose Hypothese der Strahlenschädigung, die auch für die Verbreitung und

Fortführung der Horrorgeschichten über Tschernobyl verantwortlich ist. Erst wenn diese lineare Hypothese einmal endgültig vom Tisch sein wird, ist der Weg frei für einen rationaleren Ansatz des Strahlenschutzes und einer realistischeren Risikoabschätzung für die Nuklearindustrie.

Tschernobyl war die schlimmstmögliche Katastrophe eines schlecht gebauten Kernkraftwerks mit einer kompletten Kernschmelze mit anschließender Freisetzung von Radionukliden in die Atmosphäre. Nichts Schlimmeres könnte geschehen. Doch die Folge waren vergleichsweise wenige Todesopfer — im Vergleich etwa die Hälfte der Verkehrstoten eines Wochenendes in Polen. Wenn sich die aufgepeitschten, irrationalen Emotionen um Tschernobyl einmal beruhigt haben sollten, so wird man in den kommenden Jahrhunderten diese Katastrophe als den Beweis dafür anführen, daß Kernkraftwerke sichere Anlagen für die Energieproduktion sind.

Zbigniew Jaworowski ist Professor am Zentrallabor für Strahlenschutz in Warschau. Als multidisziplinärer Wissenschaftler hat er sich mit der Belastung mit Radionukliden und Schwermetallen beschäftigt, und er war Vorsitzender des UN-Wissenschaftsausschusses über die Wirkung atomarer Strahlung (UNSCEAR).

Der vorliegende Artikel wurde im August 1997 fertiggestellt und erschien zuerst in 21st Science & Technology, Frühjahrsausgabe 1998.

Literaturhinweise

L.A. Ageeva, 1996a. „Socio-psychological consequences of the Chernobyl catastrophe for the population of Belarus and their reduction“ (in Russian), International Conference One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Book of Extended Synopses. (Vienna: IAEA, p. 63-67).

Anonym, 1996a. The International Conference: „One Decade after Chernobyl — Summing up the Consequences of the Accident.“ Summary of the Conference Results. IAEA Information Circular, INFCIRC/510, June 7, 1996.

Anonym, 1996b. Working Material, International Conference: „One Decade after Chernobyl — Summing up the Consequences of the Accident.“ Environmental Impact and Prospects for the Future (Vienna: IAEA), dIAEA/JI-CN-63.

S. Backe, H. Bjerke, A.L. Rudjord und F. Ugleveit, 1986. „Nedfall av cesium i Norge etter Tschernobylulykken“ (Oslo: National Institute of Radiation Hygiene, Report No. 1986-5).

M.I. Balonov, 1993. „Overview of doses to the Soviet population from the Chernobyl accident and the protective actions applied.“ In S.E. Mervin und M.I. Balonov (eds.), *The Chernobyl Papers. Doses to the Soviet Population and Early Effects Studies*, Vol. 1, pp. 23-45.

———, 1996. „Dose reconstruction for the populations of the former Soviet Union exposed to radioactive contamination as a result of the Chernobyl accident.“ *Proceedings of the 1995 Annual Meeting of the NCRP* (in press).

R.M. Barkhudarov, L.A. Buldakov und K.I. Gordeev, 1994. „Characterization of irradiation levels of the population in the controlled areas within the first four years after the Chernobyl NPP accident“ (Moscow: Institute of Biophysics).

K. Becker, 1996. „Some economical, social and political consequences in Western Europe.“ International Conference One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Book of Extended Synopses (Vienna: IAEA), pp. 300-301.

V. Beral und G. Reeves, 1992. „Childhood thyroid cancer in Belarus.“ *Nature*, Vol. 359, pp. 680-681.

D. Billen, 1990. „Spontaneous DNA damage and its significance for the 'negligible dose' controversy in radiation protection.“ *Radiation Research*, Vol. 124, pp. 242-245.

B. Bovonder, J.X. Kasperson und R.E. Kasperson, 1985. „Avoiding future Bhopals.“ *Environment*, Vol. 27, No. 7, pp. 6-37.

L.A. Buldakov, 1993. „A method to reconstruct the radiation dose to the thyroid from incorporated ¹³¹I.“ *Med. Radiol.*, Vol. 6, pp. 20-25.

W. Burkard, B. Grosche und A. Schötzau, 1997. „Down's syndrome clusters in Germany after the Chernobyl Accident.“ *Rad. Res.*, Vol. 147, pp. 321-328.

E. Cardis, L. Anspaugh, V.K. Ivanov u.a., 1996. „Estimated long-term health effects of the Chernobyl accident.“ International Conference: One Decade after Chernobyl — Summing up the Consequences of the Accident, April 8-12, 1996, Vienna.

Centrum Onkologii, 1979-1996. „Cancer in Poland.“

Annual reports of the Centrum Onkologii (Warsaw: The Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology).

A.E. Czeizel, 1994. Lecture at BfS/ISH Symposium on Ionizing Radiation in the Low-Level Range in München/Neuherberg, Nov. 23, 1994 (Nach Becker 1996).

S.C. Darby, R. Doll und S.K. Gill, 1987. „Long-term mortality after a single treatment course with X-rays in patients treated for ankylosing spondylitis.“ *British J. Cancer*, Vol. 55, pp. 179-190.

E.P. Demidchik, V.S. Kazakov, L.N. Astakhova u.a., 1994. „Thyroid cancer in children after the Chernobyl accident: Clinical and epidemiological evaluation of 251 cases in the Republic of Belarus.“ In S. Nagataki (ed.) *Nagasaki Symposium on Chernobyl: Update and Future* (Amsterdam: Elsevier), pp. 21-30.

P. De Wals, F. Bertrand, I. De la Mata u.a., 1988. „Chromosomal anomalies and Chernobyl.“ *Int. J. Epidemiol.*, Vol. 17, pp. 230-231.

I.V. Filyushkin, 1996. „The Chernobyl accident and the resultant long-term relocation of people.“ *Health Physics*, Vol. 71, pp. 4-8.

K.O. Fransilla und H.R. Harach, 1986. „Occult papillary carcinoma of the thyroid in children and young adults. A systematic study in Finland.“ *Cancer*, Vol. 58, pp. 715-719.

Yu. Gavrilin, V. Khrouch, S. Shinkarev u.a., 1996. „Estimation of thyroid doses received by the population of Belarus as a result of the Chernobyl accident.“ In Eds. A.

- Karaglou, G. Desmet, G.N. Kelly u.a., *The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident*. Proceedings of the First International Conference, Minsk, Belarus, March 1996. Report EUR-16544, pp. 1011-1020.
- M. Goldman, R. Catlin und L. Anspaugh, 1987. „Health and environmental consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident.“ Report of the U.S. Department of Energy, DOE/ER-0332.
- P. Hall, A. Mattsson und J.D. Boice, Jr., 1996. „Thyroid cancer after diagnostic administration of iodine-131, *Radiation Research*, Vol. 145, pp. 86-92.
- H.R. Harach, K.O. Fransila und V.M. Vasenius, 1985. „Occult papillary carcinoma of the thyroid. A 'normal' finding in Finland. A systematic autopsy study,“ *Cancer*, Vol. 56, pp. 531-538.
- L.E. Holm, K.E. Wiklund, G.E. Lundell u.a., 1988. „Thyroid cancer after diagnostic doses of iodine-131: A retrospective cohort study.“ *J. Natl. Cancer Inst.*, Vol. 80, pp. 1132-1138.
- L.E. Holm, P. Hall, K. Wiklund u.a., 1991. „Cancer risk after iodine-131 therapy for hyperthyroidism,“ *J. Natl. Cancer Inst.*, Vol. 83, pp. 1072-1077.
- ICRP, 1959. „Recommendations of the International Commission on Radiological Protection“ (Oxford: Pergamon Press), ICRP Publication No. 1.
- _____, 1984. „Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning“ (Oxford: Pergamon Press), ICRP Publication No. 40.
- International Herald Tribune, 1996. Associated Press wire story, Nov. 27.
- L.A. Ilyin, M.I. Balonov, L. Buldakov u.a., 1990. „Radiocontamination patterns and possible health consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power station.“ *J. Radiol. Prot.*, Vol. 10, pp. 3-29.
- L.A. Ilyin, 1995. *Chernobyl: Myth and Reality*, (Moscow: Megapolis).
- ICRP, 1991. „The International Chernobyl Project. Assessment of radiological consequences and evaluation of protective measures.“ International Advisory Committee. Technical Report (Vienna: IAEA).
- V.K. Ivanov und A.F. Tsyb, 1996. „Morbidity, disability and mortality among persons affected by radiation as a result of the Chernobyl accident: radiation risks and prognosis.“ Fourth Symposium on Chernobyl-related Health Effects, Tokyo, December 1994.
- E.P. Ivanov, G.V. Toloczko, L.P. Shumaeva u.a., 1996. „Childhood leukemia in Belarus before and after Chernobyl accident,“ *Radiat. Environ. Biophys.*, Vol. 35, pp. 75-80.
- J. Jagielak, M. Biernacka, D. Grabowski und J. Henschke, 1996. „Changing environmental radioactivity in Poland during 10 years after Chernobyl accident,“ *Panstwowa Inspekcja Ochrony Srodowiska, Biblioteka Monitoringu Srodowiska*, Warsaw, p. 100 (in Polish).
- Z. Jaworowski, 1996. „Chernobyl in Poland,“ In A. Bayer, A. Kaul und C. Reiners (eds.) *Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz* (Stuttgart, Gustav Fischer, pp. 281-300).
- _____, 1997. „Beneficial ionizing radiation,“ in *What Risk?* (City: Butterworth-Heinemann), p. 151-172 (im Druck).
- V.S. Kazakov, E.P. Demidchik und L.N. Astakhova, 1992. „Thyroid cancer after Chernobyl,“ *Nature*, Vol. 359, p. 21.
- P. Krajewski, 1991. „Estimate of thyroid committed dose equivalents in Polish population due to ¹³¹I intake after the Chernobyl catastrophe. Determination of effectiveness of thyroid blocking with potassium iodide,“ *Polish J. Endocrinol.*, Vol. 2, No. 2, pp. 189-202 (auf polnisch).
- I.A. Likhtarev, N.K. Shandala, G.M. Gulko u.a. 1993. „Ukrainian thyroid doses after the Chernobyl accident,“ *Health Physics*, Vol. 64, No. 6, pp. 594-699.
- I.A. Likhtarev, G.M. Gulko, I.A. Kairo u.a., 1994. „Thyroid dose resulting from the Ukraine Chernobyl accident. Part 1: Dose estimates for the population of Kiev,“ *Health Physics*, Vol. 66, pp. 137-146.
- I.A. Likhtarev, B.G. Sobolev, I.A. Kairo u.a., 1995. „Thyroid cancers in the Ukraine,“ *Nature*, Vol. 375, p. 365.
- J. Little, 1993. „Chernobyl accident, congenital anomalies and other reproductive outcomes,“ *Pediatr. Perinat. Epidemiol.*, Vol. 7, pp. 121-151.
- V.A. Logachev, L.A. Mikhailina und A.I. Tsvirbut, 1993. „Influence of radiation and non-radiation natural factors on the health of the population of the Mogilev district after the Chernobyl accident,“ *Meditsinskaya Radiol.*, Vol. 6, pp. 19-24 (auf Russisch).
- J. Michaelis, U. Kaletsch, W. Burkart und B. Grosche, 1997. „Infant leukaemia after the Chernobyl accident,“ *Nature*, Vol. 387, p. 246.
- E.V. Nilova, V.K. Ivanov und A.F. Tsyb, 1995. „Study of the factors of radiation risk for participants of liquidation of the consequences of the Chernobyl accident,“ *Vestnik Akademii Meditsinskikh Nauk* (auf Russisch).
- OECD, 1996. „Chernobyl Ten Years On. Radiological and Health Impact. An Appraisal by the NEA Committee on Radiation Protection and Public Health“ (Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, Nuclear Energy Agency) p. 112.
- A.E. Okeanov, E. Cardis und S.I. Antipova, 1996. „Health status and follow up of the liquidators in Belarus,“ In Eds. A. Karaglou, G. Desmet, G.N. Kelly u.a., *The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident*, Proceedings of the First International Conference, Minsk, Belarus, March 1996, pp. 851-859.
- N.D. Okladnikova, N.Ya. Kabasheva und T.V. Azizova, 1992. „Short-term effects of low doses of radiation in participants in Chernobyl recovery work.“ Report of the Third All-Union Scientific-Technical Meeting on the Liquidation of Consequences of the Chernobyl Accident, Vol. 3, Part 1, Zeleny Mys.
- D.M. Parkin, D. Clayton, R.J. Black u.a., 1996. „Childhood leukemia in Europe after Chernobyl: 5-year follow-up,“ *Br. J. Cancer*, Vol. 73, pp. 1006-1012.
- E. Petridou, D. Trichopoulos, N. Dessypris u.a., 1996. „Infant leukaemia after *in utero* exposure to radiation from Chernobyl,“ *Nature*, Vol. 382, pp. 352-353.
- A. Prisyazhniuk, O.A. Pjatak, V.A. Buzanov u.a., 1991. „Cancer in the Ukraine, post-Chernobyl,“ *Lancet*, Vol. 338, pp. 1334-1335.
- C. Reiners, J. Biko, L. Geworski, M. Olthoff u.a., 1996. „Ergebnisse der Therapie bei Kindern mit Schilddrüsenkarzinomen aus hochkontaminierten weißrussischen Gebieten,“ In A. Bayer, A. Kaul und C. Reiners (Eds.) *Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz* (Stuttgart: Gustav Fischer, pp. 385-400).
- L.V. Remennik, V.V. Starinsky, V.I. Chissov u.a., 1996. „Malignant neoplasm of thyroid in children and in adults on the territories suffered from the Chernobyl accident,“ International Conference One Decade After Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Book of Extended Synopses (Vienna: IAEA, pp. 519-520).
- I.V. Rolevich, I.A. Feniks, E.M. Baboshov und G.M. Lych, 1996. „Social, economic, institutional and political impact of the Chernobyl accident in Belarus,“ National Statement of Belarus by the Head of Delegation, 6 Session, International Conference One Decade After Chernobyl: Summing up the Consequences of the accident (Vienna: IAEA).
- E. Ron, J. Lubin und A.B. Schneider, 1992. „Thyroid cancer incidence,“ *Nature*, Vol. 360, p. 113.
- E. Ron, J.H. Lubin, R.E. Shore u.a., 1995. „Thyroid cancer after exposure to external radiation: A pooled analysis of seven studies,“ *Radiation Research*, Vol. 141, pp. 259-277.
- A.V. Sevankaev, D.C. Lloyd, A.A. Edwards u.a., 1995. „High exposures to radiation received by workers inside the Chernobyl sarcophagus,“ *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 59, pp. 85-91.
- A.V. Sevankaev, D.C. Lloyd, H. Braselmann u.a., 1995. „A survey of chromosomal aberrations in lymphocytes of Chernobyl liquidators,“ *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 58, pp. 85-91.
- I. Shigematsu und J.W. Thiessen, 1992. „Childhood thyroid cancer in Belarus,“ *Nature*, Vol. 359, p. 681.
- J.O. Snihs, 1996. „Contamination and radiation exposure evaluation and measures in the Nordic countries after the Chernobyl accident,“ In A. Bayer, A. Kaul und C. Reiners (Eds.) *Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz* (Stuttgart: Gustav Fischer, pp. 232-279).
- A. Spinelli und J.F. Osborn, 1991. „The effects of the Chernobyl explosion on induced abortion in Italy,“ *Biomed. Pharmacother.*, Vol. 45, pp. 243-247.
- V.F. Stepanenko, A.F. Tsyb und E.M. Parshkov, 1996. „Dosimetric estimation of childhood thyroid cancer cases in Russia after Chernobyl accident,“ International Conference One Decade after Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Book of Synopses (Vienna: IAEA, pp. 210-211).
- W. Sweet, 1996. „Chernobyl's stressful after-effects,“ *IEEE Spectrum*, (Nov.), pp. 27-34.
- D. Trichopoulos, X. Zavitsanos, C. Koutis u.a., 1987. „The victims of Chernobyl in Greece: Induced abortion after the accident,“ *British Medical Journal*, Vol. 295, p. 1100.
- N. Tronko u.a., 1994. „Thyroid gland in children after the Chernobyl accident (yesterday and today),“ In S. Nagataki (ed.) *Nagasaki Symposium on Chernobyl: Update and Future* (Amsterdam: Elsevier, pp. 31-46).
- M.A. Tucker, P.H. Morris, J.D. Jones u.a., 1991. „Therapeutic radiation at a young age is linked to secondary thyroid cancer,“ *Cancer Research*, Vol. 51, pp. 2885-2888.
- A.R. Tukov und L.G. Dzagoeva, 1993. „Morbidity among the employees of atomic industry in Russia, who took part in liquidation of the effects of Chernobyl accident,“ In *Medical aspects of Elimination of Consequences of Chernobyl Accident* (Moscow: Central Institute for Scientific Research, pp.97-99).
- A.F. Tsyb u.a., 1992. „Epidemiological analysis of data on liquidators of the Chernobyl accident living in Russia,“ *Med. Radiol.*, Vol. 9/10, pp. 44-47.
- UNSCEAR, 1982. „Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects“ (New York, United Nations: Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, 773 pp.).
- UNSCEAR, 1988. „Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation“ (New York, United Nations: Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, 647 pp.).
- UNSCEAR, 1994. „Sources and Effects of Ionizing Radiation“ (New York, United Nations: Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations).
- G. Wagemaker, A.K. Guskova, V.G. Bebesko u.a., 1996. „Clinically observed effects in individuals exposed to radiation as a result of the Chernobyl accident,“ Background Paper, Session 1, International Conference: One Decade after Chernobyl — Summing up the Consequences of the Accident, Vienna, Austria, April 8-12.
- G. Walinder, 1995. „Has radiation protection become a health hazard?“ *Kärnsäkerhet & Utbildning AB*, Nyköping, 126 pp.
- WHO, 1995. „Report of the international project for the health effects of the Chernobyl accident“ (Geneva: World Health Organization).
- E.D. Williams und N.D. Tronko (eds), 1996. *Molecular, cellular, biological characterization of childhood thyroid cancer*, Experimental collaboration project No. 8, Report of the European Commission EUR-16538.
- E.D. Williams, D. Becker, E.P. Demidchik u.a., 1996. „Effects on the thyroid in populations exposed to radiation as a result of the Chernobyl accident,“ Background paper, Session 2, International Conference One Decade After Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident (Vienna: EC, IAEA, WHO).
- W.A. Zatonski, 1993. *Malignant Neoplasms in Poland* (Warsaw: Centrum Onkologii) 206 pp. (auf Polnisch).
- W. Zatonski, M. Smans, J. Tyczynski und P. Boyle, 1996. *Atlas of Cancer Mortality in Central Europe*, (Lyon: International Agency for Research on Cancer, IARC Scientific Publications No. 134), 175 pp.
- I.A. Zvonova und M.I. Balonov, 1993. „Radioiodine dosimetry and predictions of consequences of thyroid exposure of the Russian population following the Chernobyl accident,“ In S.E. Mervin und I. Balonov (Eds.) *The Chernobyl Papers. Vol. 1, Doses to the Soviet Population and Early Health Effects* (Richland, Wash.: Research Enterprises Inc., pp. 71-125).

Anmerkungen

1. Eine Kritik an der linearen Hypothese ohne Schwellenwertannahme findet sich beispielsweise in T.D. Luckey, „The Evidence for Radiation Hormesis.“ *21st Century*, Herbst 1996, S. 12 (deutsch „Was ist Strahlungshormesis?“ in *FUSION*, Jg. 18, Nr. 2, S. 9ff); und in Z. Jaworowski, „Hormesis: The Beneficial Effects of Radiation,“ *21st Century*, Herbst 1994, S. 22

Kernenergie, Deutschland und die Weltwirtschaft

Von Ralf Schauerhammer

Die SPD plant das „relativ rasche“ Abschalten aller Kernreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland. Die Grünen wollen es noch schneller. Diese Reaktoren erzeugen zwar 30% des in Deutschland verbrauchten Stroms, aber was heißt das schon? Strom gibt es ja billig aus Frankreich oder aus kostengünstigen russischen Kernkraftwerken zu kaufen! Das wird wirtschaftlich besonders attraktiv, wenn gleichzeitig die heimische Kernkraft durch weitere Auflagen so verteuert werden, daß die Energieerzeuger „freiwillig“ abschalten. Die lethargische Reaktion der Betreiber auf das Castor-Medienspektakel zeigt, daß man sich auch in diesen Kreisen innerlich bereits von der Kernenergie verabschiedet hat.

Die geniale Idee, mit zusätzlichen Zwischenlagern in den Kernkraftwerken die Castor-Transporte abgebrannter Brennelemente überflüssig zu machen, hat leider den kleinen Schönheitsfehler, daß die Brennelemente schließlich doch von diesen neu zu erstellenden (und neu zu genehmigenden) Zwischenlagern in ein Endlager transportiert werden müssen. Wie soll das anders geschehen als durch einen Castor-Transport? Aber das sind anscheinend unwichtige Details; und ohnehin ist laut Medienumfragen die Mehrheit des deutschen Wahlvolkes gegen Kernenergie.

Schröders Erklärung zur Kernenergie während des Wahlkampfes ist ein getreues Abbild der wirtschaftspolitischen (In)kompetenz deutscher Politiker und auch der ihrer Wähler. Aus den Erfahrungen der vergangenen 25 Jahre kann man übrigens schließen, daß sich die Kernenergiepolitik der großen Parteien



Der Hochtemperaturreaktor, der aus „eingebauten“ physikalischen Gründen nicht „durchgehen“ kann (hier der THTR von Hamm-Uentrop bei der Erstbeladung mit Brennstoffkugeln) hatte in Deutschland aus politischen Gründen keine Chance.

(Foto: HRB)

letztlich kaum voneinander unterscheiden. „Was soll's“, könnte man zynisch sagen, „was braucht eine Nation von Müllsortierern und Arbeitslosen, die sich in der Zukunft globalisierter Märkte mit Konsumgütern aus Billiglohnländern oder mit in den USA durch Gefängnisarbeit erzeugten Produkten eindeckt, was braucht solch ein Land noch Energieproduktion, geschweige denn Kernenergie? In den blühenden Landschaften im Osten wurde uns diese Wirtschaftspolitik doch bereits vorgeführt: keine Industrie, keine Abgase in die Umwelt, kein Energieverbrauch, keine Arbeitsplätze!“

Einige besonders schlaue Köpfe rechnen uns sogar vor, daß man mit dem Ausstieg aus der Kernenergie Arbeitsplätze schaffen könne. Sie vergessen dabei zu

sagen, daß dies genau solche Arbeitsplätze sind, die mit den sogenannten Billiglohnländern konkurrieren und die deswegen in Deutschland erst dann entstehen werden, wenn auch hier das Lohnniveau entsprechend abgesunken ist.

Die Diskussion über die Kernenergie ist in Deutschland schon seit vielen Jahren völlig irrational geworden, und die Entscheidungen zur Kerntechnik in Wirtschaft und Politik bewegen sich fernab der Realität. Die entscheidende Weichenstellung war bereits die Blockade des Kernkraftwerks Wyhl, wo bauernschlaue Winzer zusammen mit dem fahrenden Volk grüner Ideologen Recht und Gesetz außer Kraft setzen durften. Vor der Baustelle des Kernkraftwerks Brokdorf erfolgte die endgültige

Kapitulation vor dem Mob — man erinnere sich an die Bilder von „Demonstranten“, die mit Klappspaten auf wehrlose Polizisten eindreschen —, und in Gorleben stellte dann Schröders Amtsvorgänger in Niedersachsen fest, daß Wiederaufarbeitung und Endlagerung von Kernbrennstoffen in Deutschland zwar „technisch machbar“, aber „politisch nicht durchsetzbar“ seien. Das war's!

Seither hat in Deutschland niemand mehr ernsthaft dargelegt, warum man auf Kerntechnik nicht verzichten kann, wenn man das Energieproblem der Menschheit lösen will. Ja, wer nur versuchte, dies darzulegen, wurde anfänglich als „Atomfaschist“ niedergebrüllt und später einfach vom „demokratischen Konsens“ tot-

geschwiegen. Die Frage der Kernenergie wird sich jedoch in der unmittelbaren Zukunft ganz neu stellen, und zwar im Zusammenhang mit den grundlegenden Entscheidungen, die uns der globale Finanzkollaps abverlangt.

Was spricht für die Kernkraft?

Für diejenigen, die heute bereits die notwendigen Gedanken abwägen und klären wollen, folgen nun kurz und bündig die wesentlichen Argumente für die Notwendigkeit der weltweiten Nutzung der Kerntechnik.

Atombombe und friedliche Nutzung der Kernenergie: Die großen Akzeptanzprobleme der Kerntechnik rühren angeblich daher, daß Kernenergie unterschwellig immer mit den Abwürfen der Atombomben auf die japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki gleichgesetzt werde. Da in der bisherigen Menschheitsgeschichte jede Technologie immer sowohl zivil als auch militärisch genutzt wurde, ist nicht ganz einsichtig, warum dieser Zusammenhang ausgerechnet bei der Kerntechnik eine so große Rolle spielen sollte. Ein genauere Betrachtung lohnt sich jedoch.

Warum kam es zu den Kriegsverbrechen von Hiroshima und Nagasaki, bei denen völlig unnötig ein Teil der Zivilbevölkerung eines Landes massakriert wurde, das den Krieg de facto schon verloren hatte und sich bereits in geheimen Kapitulationsverhandlungen befand? Strategischen Sinn machen diese Greuelthaten nicht in bezug auf die Beendigung des Zweiten Weltkrieges, sondern nur in bezug auf die Nachkriegsordnung. Die vom britischen Premierminister Churchill repräsentierte angloamerikanische Fraktion wollte damals die Nachkriegsordnung unter das Zeichen des „Kalten Krieges“ und des „Eisernen Vorhangs“ zwingen, damit durch die Methode des Teile-und-Herrsche die südliche Hemisphäre auch weiterhin — genau wie zur Kolonialzeit vor dem Ersten Weltkrieg — in Rückständigkeit und Abhängigkeit gehalten werden konnte.

Die Politik der „Nichtverbreitung“ (Nonproliferation) wurde in den folgenden Jahren wirkungsvoll eingesetzt, um den Transfer moderner Technologie — nicht nur Kerntechnologie — in die Entwicklungsländer zu verhindern. So gesehen, gibt es viele Millionen an „Folgeopfern“ der beiden Atombomben, durch „politisch durchgesetzte“ aber „technisch“ völlig unnötige Armut in den sogenannten „Entwicklungsländern“.

Die Anti-Kernkraft-Bewegung und die Ideologie der Grünen tragen mit ihrer blindwütigen Verherrlichung des einfachen Landlebens zu dieser globalstrategischen Politik der anhaltenden Unterentwicklung der Menschen in der südlichen Hemisphäre bei.

Auf militärischem Gebiet hat die „Nichtverbreitung“ übrigens immer wieder versagt, aber das war ohnehin nicht das wesentliche Ziel.

Energietechnik als strategische Frage: Die Frage der Notwendigkeit einer grundlegend neuen Technologie, wie es die Kerntechnik am Ende des Zweiten Weltkrieges war, läßt sich nur sinnvoll beantworten, wenn sie sich auf die menschliche Gesellschaft insgesamt bezieht und nicht nur vom rein nationalen Standpunkt aus gestellt wird — wenn also berücksichtigt wird, in welcher Art von Gesellschaft man leben will. Eine kleine Adelsschicht, welche die große Mehrheit der Bevölkerung in Dummheit und tierähnlicher Abhängigkeit leben läßt, wird die Kerntechnologie weder benötigen noch sie handhaben können. Die wenige benötigte Energie könnte, wie im Mittelalter, durch Wind, Sonne, Tiere und Arbeitssklaven bereitgestellt werden — also genau das Technologieangebot, auf welches sich die Grünen beschränken wollen. Soll jedoch jeder Mensch die materiellen und kulturellen Voraussetzungen haben, sich als Mensch zu entfalten und zu verwirklichen, dann braucht man sehr viel mehr Energie und vor allem Energie einer bestimmten Qualität.

Die besondere Qualität der Kernenergie: Gerade angesichts der großen Aufgabe der Industrialisierung der südlichen Hemisphäre, d.h. wirklicher Entwicklungspolitik, wird eine universell einsetzbare und energiedichte Energiequelle benötigt. Was damit gemeint ist, wird jedem klar, der sich die gigantischen technischen Anlagen vor Augen führt, die ein Kohle-Umschlagshafen, z.B. in Südafrika, benötigt, und diese mit den recht überschaubaren Ausmaßen eines Öl- oder Gasterminals gleicher Kapazität, z.B. im Nahen Osten, vergleicht. Wenn man dann bedenkt, daß die gleiche Energiemenge Kernbrennstoff ein Volumen einnimmt, das mit einem kleinen Lastwagen transportiert werden kann, so erhält man einen Begriff von der wirtschaftlichen Bedeutung der Energiedichte.

Man kann sich das gleiche auch anhand der Raumfahrt verdeutlichen, welche ein extremes „Entwicklungspro-

jekt“ ist — in einer besonders „unwirtschaftlichen“ Gegend —, bei dem aber die gleichen prinzipiellen Probleme auftreten wie bei der industriellen Entwicklung auf der Erde. Man würde z.B. niemals auf dem Mond oder dem Mars ein Kohle- oder Ölkraftwerk errichten, sondern unbedingt mit Kernkraft arbeiten.

Oder anders ausgedrückt: Die Kerntechnik verschafft uns eine größere Unabhängigkeit von Naturgegebenheiten; wir sind nicht, wie bei der Wasserkraft, an vorhandene Flußläufe gebunden oder wie bei Braunkohle an bestehende Lagerstätten und großangelegte Transportstrukturen. Die Kerntechnik gibt uns bei schwierigen Infrastruktur- und Wirtschaftsprjekten mehr Bewegungsfreiheit und einen Zeitvorteil.

Genau deswegen wird jeder, der ernsthaft eine wirtschaftliche Entwicklung anstrebt, welche alle Menschen — und nicht nur einen relativ kleinen Teil „Bessergestellter“ — von materieller Not befreien kann, in der Kernenergie eine segensreiche Erfindung sehen, und nicht etwa Teufelswerk, wie das die ichbezogenen grünen Ideologen tun.

Die Kernfusionstechnologie wird, sobald sie technisch entwickelt ist, die Vorteile der Kernenergie noch deutlicher unter Beweis stellen.

Die Beherrschbarkeit der Kernenergie: Wie der Umgang mit jeder Art von Technik bringt auch der Umgang mit der Kerntechnik Gefahren mit sich. Diesen zu begegnen, erfordert Sicherheitsmaßnahmen. Nun ist gerade in den letzten Jahrzehnten die Frage der Sicherheit in der Kerntechnik von den Gegnern dieser Technik willentlich mißbraucht worden. Die Kerntechnik hat in der Menschheitsgeschichte, verglichen mit allen anderen grundlegend neuen Technologien, wie z.B. der Chemietechnik, die wenigsten Opfer an Leib und Leben gefordert. An dieser Tatsache ändert auch kein hysterisches Gebrüll über „Tschernobyl! Tschernobyl!“ etwas. Es ist einfach so!

Vor allem jedoch muß man, wie immer im Leben, die möglichen Gefahren einer Technik gegen die möglichen Gefahren alternativer Techniken und die sicheren Nachteile und Gefahren, die sich aus dem Verzicht auf eine bestimmte Technik ergeben, abwägen. Ernsthaft haben die Gegner der Kerntechnik diese Gefahrenabwägung für die Menschheit insgesamt nie gemacht. Das paßt zu der Inkonsistenz, mit der sie immer das „Wohl der Welt“ und „kommender Generationen“ im Munde führen, gleichzeitig aber in der ihrer Meinung nach „überbevöl-

kerten“ Welt von heute durchaus auf einige überflüssige Esser verzichten würden. Auf wen?

Wer die Frage der Sicherheit ideologiefrei betrachtet, kommt zu dem Schluß: Die Kerntechnik erfordert hohe Qualitätskontrollen, aber diese können, wenn der politische und wirtschaftliche Wille vorhanden ist, in allen Teilen der Welt erbracht werden.

Wirtschaftliche Aspekte der Kernenergie: Die Perspektive einer neuen gerechten Weltwirtschaftsordnung wirft auch die Frage nach möglichst geeigneten Formen der Kerntechnik auf. Da die Orientierung dann nicht mehr allein auf Energiesysteme in bereits entwickelten Industrienationen ausgerichtet ist, was zu den großen Reaktorblöcken, die wir heute noch haben, führte, sondern vor allem an Wirtschaften, die sich im Prozeß der Industrialisierung befinden, ist absehbar, daß eine Modulbauweise von

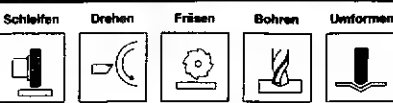
kleineren Reaktoreinheiten wirtschaftlicher sein wird.

Außerdem wird man einen Reaktortyp vorziehen, der eine möglichst große inhärente Sicherheit aufweist. Vor diesem Hintergrund ist es schmerzhaft, daß der in Jülich entwickelte Thorium-Hochtemperatur-Reaktor (THTR) von der Energiewirtschaft in Deutschland recht stiefmütterlich behandelt wurde und das einzige Demonstrationskraftwerk dieses Typs in der Nähe von Hamm von der Landesregierung in Nordrhein-Westfalen mit technisch und wirtschaftlich schwer nachvollziehbaren Begründungen demonstriert wurde. China führt diese Arbeiten, mit den ihm zu Verfügung stehenden Mitteln, durch den Bau eines eigenen THTR fort.

Unser Beitrag: Deutschland hat heute noch die technischen und wissenschaftlichen Möglichkeiten, die Kerntechnik weiterzuentwickeln, im Rahmen einer

neuen gerechten Weltwirtschaftsordnung wesentliche kerntechnische Komponenten zu exportieren und dadurch hochqualifizierte Arbeitsplätze im eigenen Land zu schaffen. Als Beispiel für eine derartige Kooperation kann das Kernenergieabkommen mit Brasilien, welches in den 70er Jahren übrigens auch mit dem Druckmittel der „Nichtverbreitung“ sabotiert wurde, wieder aufgegriffen und den heutigen wissenschaftlichen Standards entsprechend modifiziert werden.

Außerdem muß die Kernfusionsforschung, die seit mehr als zehn Jahren schlecht finanziert vor sich hindümpelt, zu einem Forschungsschwerpunkt gemacht werden. Wer heute vom „raschen Ausstieg“ aus der Kerntechnik spricht, der mag sich zwar populär vornehmen, er beweist damit jedoch wenig Wissen von der realen Lage der Weltwirtschaft und den möglichen Mitteln zur Lösung der globalen Krise.



- Werkzeugmaschinen
- Industrieanlagen
- Engineering
- Investitionsgüter Im- und Export
- Industrie- und Werkstattausrüstungen



- Form-Normalien
- Stanz-Normalien
- Präzisions-Flachstahl
- Führungsbahnleisten
- Bearbeitungsservice

REFORM Gruppe

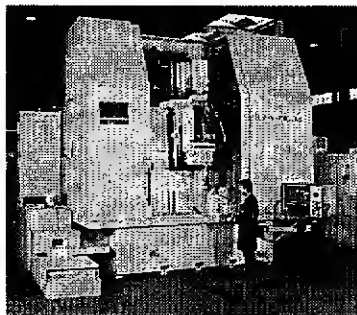
Weserstraße 22-26 · 36043 Fulda
Telefon: 06 61/49 59-00
Telefax-Nr. 06 61 / 4 51 35
Internet-Adresse: <http://www.reform.de>
E-Mail: werkzeugmaschinen@reform.de

Lieferprogramme für die
Be- und Verarbeitung von:

- Metall
- Holz
- Papier
- Kunststoffen
- Keramik
- Mineralstoffen



**Gesamt-
Programm**



- CNC-Laufwagen-Schleifmaschinen
- Uni.-Rundmesser-Schleifmaschinen
- Rundtisch-Flachschleifmaschinen
- CNC-Profilschleifmaschinen
- CNC-Protilschleifautomaten
- Sonder-Schleifmaschinen
- Flexible Schleifzentren

Mitarbeiter:	480
Niederlassungen:	4
Zweigwerk in Thüringen:	1
Zweigwerke im Ausland:	2
(China und Großbritannien)	
Service- und Vertriebs- stützpunkte weltweit:	30
Exportanteil:	65 %
Exportländer:	135



- Prüftechnik
- Software-Entwicklung
- Schaltschrankbau
- Prozeß- und Steuerungstechnik



- Elektromotoren-Fertigung
- Elektromaschinen-Instandhaltung
mit 24-Stunden-Service
- Elektromaschinen-Prüfteld
- Systemlösungen